利用農藝性狀評估糯稻種原之遺傳歧異性

陳源俊 [1]、李長沛 [2]、黃惠娟 [3]、簡禎佑 [1]、林順福 [1]*

[1] 國立臺灣大學農藝學系

[2] 行政院農業委員會農業試驗所農藝組

[3] 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

摘要

世界糯稻之研究甚少，且臺灣糯稻之育種歷史或規模均遠不及稉稻或秈稻，尤其在糯稻種原之評估及利用方面尚待加強。為探討糯稻種原之遺傳歧異性，本研究以蒐集自 10 個國家的 135 個糯稻(包括 64 個秈糯、53 個稉糯及 28 個陸糯)品種與 5 個非糯稻（對照品種）為材料，於 2000 年一期及二期作在臺中地區調查 27 個質的性狀及 7 個數量性狀。資料分析結果發現，7 個數量性狀在兩期作間之差異皆達極顯著水準，且部分性狀間在兩期作之相關顯著性檢定結果不一致。以農藝性狀進行歧異性分群分析結果，在兩期作均無明顯大分群出現，亦無法區分稉糯、秈糯及陸糯稻種原。但是來自相同國家的種原則有集中於小群之趨勢。農藝性狀之主成分分析結果顯示，所調查之數量性狀較質的性狀具有較佳之種原區分效果，其中株高與葉長兩性狀在第一期作共可解釋 87.5%變異，在第二期作共可解釋 90.7%變異，依此兩性狀可將稉糯及秈糯種原分群，而秈糯稻較稉糯稻種原有較大之遺傳歧異性，但是陸糯稻則分散於秈糯及稉糯稻種原群之中。

關鍵詞：遺傳歧異性、糯稻、種原。

* 通信作者, shunfu@ccms.ntu.edu.tw

投稿日期：2003 年 10 月 1 日

接受日期：2004 年 9 月 6 日

作物、環境與生物資訊 2:11-30 (2005)

Crop, Environment & Bioinformatics 2:11-30 (2005)

189 Chung-Cheng Rd., Wufeng, Taichung Hsien 41301, Taiwan (ROC)

Genetic Diversity Evaluation for Glutinous Rice Germplasm Based on Agronomic Traits

Yuan-Jan Chen[1], Charng-Pei Li[2], Huei-Jiuan Huang[3], Jen-You Jian[1] and Shun-Fu Lin[1]*

[1] Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan (ROC)

[2] Agronomy Division, Taiwan Agricultural Research Institue, Taichung Hsien 413, Taiwan (ROC)

[3] Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Taipei 100, Taiwan (ROC)

ABSTRACT

There have been very few researches on glutinous rices in all over the world. In contrast to indica or japonica type, the breeding history and activities of glutinous rices are far behind in Taiwan. Studies specifically focus on the evaluation and utilization of germplasm for glutinous rices are necessary. To evaluate the genetic diversity of glutinous rice germplasm, 135 glutinous rices (including 64 indica, 53 japonica and 28 upland types) collected from 10 countries and 5 non-glutinous varieties were used in this study. Twenty-seven qualitative and 7 quantitative traits were investigated at Taichung, Taiwan during the first and second cropping

seasons of 2000. There were significant differences between two cropping seasons in the investigated quantitative traits. However, in corresponding comparison with the significant test results of correlation between traits in different years, some inconsistent results were found. No distinct group was identified from clustering analysis based on agronomic traits, and 3 types of glutinous germplasm were unable to be differentiated. The germplasm originated from different countries were separately gathered in a few small groups. The quantitative traits had better categorization effectiveness than qualitative traits in principal component analysis (PCA). Different subspecies of glutinous germplasm were separated by using culm length and leaf length as decisive factors, which accounted for 87.5% and 90.7% variation in the first and second cropping seasons, respectively. Compared to japonica type germplasm, the indica type had wider genetic diversity. And the upland glutinous germplasms were distributed diversely in japonica or indica group.

Key words: Genetic diversity, Glutinous rice, Germplasm.

前言

稻原為熱帶原始作物，後經由長期的栽培及人為的選拔，逐漸演變能適應各種不同氣候品種，所以現今稻不僅栽培於熱帶，溫帶北部亦有適應的品種。目前栽培稻包括 *Oryza sativa* 及 *Oryza glaberrima* 兩個物種，亞洲地區栽培種屬於 *Oryza sativa*，可分為秈稻(indica)、稉稻(japonica) 及爪哇稻(Javanica)三類群(Chang 1976)。稻米的胚乳中澱粉由支鏈澱粉(amylopectin)及直鏈澱粉(amylose)組成，而非糯性的米煮熟後之米飯較糯性的米飯乾鬆。糯稻(glutinous rice; waxy rice)依穀粒形狀區分，包括圓糯(稉糯)及長糯(秈糯)，其胚乳中澱粉大多由支鏈澱粉組成，其直鏈澱粉含量一般在 1~12%(COA *et al*. 1987)。根據稻作改良年報(2000)以及臺灣地區糧食生產情形的資料顯示，2000 年臺灣地區的水稻栽培面積約 32.9 萬公頃，以一般用途來說，稉米為一般食米，秈米以製作蘿蔔糕、米粉、炒飯為主。糯米中，稉糯米以釀酒、米糕為用，秈糯米以八寶粥、粽子為主要用途(COA 1996)。

就種原利用而言，育種家所關心的是如何有效率地篩選出所需的育種材料；而對於種原管理者而言，所關心的則是如何利用最經濟的資源來保存這些種原，並提升種原收集和保存的效率(Chen *et al*. 1997)。種原的保存即在維持變異，所以維持物種的多樣性將可提供育種家對於育種材料上選擇。研究種原變異的方法很多，其中以外表型態特性的觀察為最方便之方法，最早被應用於種原變異的調查。Holcomb *et al*. (1977)由種原庫中逢機選取 1,407 個稉稻及 488 個秈稻種原，並且調查 14 個數量性狀及 27 個質量性狀，然後進行多變值分析，發現秈稻種原較稉稻種原具有較大之遺傳歧異。Mackill and Lei (1997)調查 117 個栽培稻之生育期、幼穗活力、分蘗數及落葉性等性狀，進行遺傳歧異性分析，結果呈現連續性之分布，其中熱帶之稉型稻品種分布介於溫帶之稉型稻品種與秈型稻品種之間，而不同群間則不易細分。

近年來由於DNA分子標誌廣泛地應用於各種生物遺傳研究及育種，也應用在水稻之演化與遺傳資源評估(Second 1991)。Zhang *et al*. (1992) 使用 95 個 RFLP (restriction fragment length polymorphism)分子標誌分析 12 個 indica 及 14 個 japonica 品種，發現 indica 型內之品種變異大於 japonica 型內，此一結果與 Holcomb *et al*. (1977)分析主要形態及生理性狀之結果相符合。另外以聚合酵素連鎖反應(polymerase chain reaction, PCR)為基

礎之 DNA 分子標誌，發展初期以 RAPD (random amplified polymorphic DNA)應用最廣，Mackill (1995)利用 21 個 RAPD 引子可區分熱帶型 japonica (14 個品種)與溫帶型 japonica (24 個品種)兩群之品種，但仍無法區分同一分群內之品種。但是另一學者則以 18 個 RAPD 引子所產生之 45 個分子標誌區分 2 個 japonica 型及 10 個 indica 型品種，且結果與同功酵素分析一致(Virk *et al.* 1995) 。另外 Zhu *et al.* (1998)使用 179 個 AFLP (amplified fragment length polymorphism)分子標誌分析 57 個水稻種原，分群結果與先前之同功酵素分析結果一致。

Davierwala *et al.* (2000)利用 gene bank 裡的資料設計出一組引子，分析 6 個水稻栽培種及 5 個水稻野生種，其所得到的多型性片段長度之差異在於重複序列次數之不同。Yang *et al.* (1994)則利用 10 組 Intra-SSR 引子所得到的 93 個對偶基因分析 238 個水稻種原之遺傳歧異性，發現秈稻型種原較稉稻型種原具有較高(大於 14%)之多型性，且在地方種較栽培種更為明顯，兩不同亞種間之變異約佔總變異之 10%。另一群學者使用 32 個 Inter-SSR 引子分析 59 個具有代表性之水稻種原，亦可將秈稻型及稉稻型兩群種原區分(Blair *et al.* 1999)。

二十世紀以來國際間之引種利用頻繁，不同種或亞種間相互雜交利用，使得稻之遺傳變異更為複雜，因而增加種原收集、評估及實際育種利用之困難。為了有效地管理與利用種原，有必要進行稻種原之遺傳歧異性分析。經由遺傳歧異分析除了可以建立種原鑑定之資料，亦可避免種原重複收集，篩檢混雜之樣品，防止種原流失，建立核心種原庫，及提供優良品系或具有經濟價值特性種原供育種利用。

世界糯稻之研究甚少，且臺灣糯稻之育種歷史或規模亦遠不及稉稻或秈稻，糯稻又可區分為稉糯、秈糯及陸糯稻，不同種類間之農藝性狀及澱粉組成之差異，與遺傳歧異性均未有系統性之研究。本研究將藉由糯稻種原之農藝性狀變異分析，再利用外表性狀進行糯稻種原之群聚分析 (cluster analysis) 、及主成分分析 (principal component analysis)，來探討臺灣及世界糯稻種原的遺傳歧異性，希望所得訊息將可提供糯稻種原蒐集管理、遺傳研究與育種利用之參考。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗所用的材料係由行政院農業委會農業試驗所農藝組稻作研究室所提供之水稻種原，包含臺灣地區稉糯、秈糯、陸糯；大陸地區稉糯、秈糯、陸糯；日本地區稉糯、陸糯；韓國、泰國、印度、印尼、菲律賓、美國、寮國、義大利等地區糯稻各有 2-10 個品種(系)。另外以臺農 67 號、臺中秈 10 號、臺中在來 1 號、臺中 65 號及臺稉9 號等 5 個非糯性品種為對照。合計有 10 個不同來源國家共 140 份種原。其種原代碼、品種名稱、來源地區等列於 Table 1，在本文所提到的參試材料均以 Table 1 所列之名稱代碼表示之。

二、田間試驗

糯稻種原外表性狀之調查，係於 2000 年第一期作及第二期作在行政院農業委員會農業試驗所之試驗田進行，調查性狀係依據 1996 年國際稻米研究所(IRRI)所發表之評估標準進行，調查性狀計有葉毛、葉色、莖基色、葉角度、劍葉型、葉舌色、葉舌形狀、葉環色、葉耳色、稈角度、節間色、稈

Table 1. Codes, names, types and origins of 135 glutinous and 5 non-glutinous rice germplasm.

Code	Variety	Type	Country	Code	Variety	Type	Country
GW1	Ta-Li-Huang-Chan	glutinous, Indica	China	GW71	Pai-Fu-Go-Ya	glutinous, upland	Taiwan
GW2	Shang-Chi-Tsao-Tao	glutinous, Japonica	China	GW72	Pai-Au-Re-Gu	glutinous, upland	Taiwan
GW3	Tsao-Chiu-Ku	glutinous, Japonica	China	GW73	Lu-No-Daw	glutinous, upland	Taiwan
GW4	Lao-To-Hsu	glutinous, Japonica	China	GW74	Hung-Ye-Lu-Daw	glutinous, upland	Taiwan
GW5	Chin-Se-No	glutinous, Japonica	China	GW75	Wan-No-Tao No. 240	glutinous, upland	China
GW6	Hung-No	glutinous, Indica	China	GW76	Tuan-Li-No	glutinous, upland	China
GW7	Hung-Ko-No	glutinous, Japonica	China	GW77	Tan-Yang-No	glutinous, upland	China
GW8	Yen-No	glutinous, Indica	China	GW78	Chung-Kuo-No No.130	glutinous, Japonica	Japan
GW9	Wu-No-Tao	glutinous, Indica	China	GW79	Kagura-Mochi	glutinous, Japonica	Japan
GW10	O-Nung No.3	glutinous, Japonica	China	GW80	Chien-Nung No.55	glutinous, Indica	China
GW11	Shuang-Ton-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW81	Pai-Jih-Tung-Chan	glutinous, Indica	China
GW12	Chien-Tzu-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW82	Hung-Chan	glutinous, Indica	China
GW13	Mang-Hua-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW83	Wu-Chan-Tao	glutinous, Indica	China
GW14	Chih-Chueh-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW84	Chin-Men-Tou-Men-Wu c	glutinous, Indica	China
GW15	Hung-Chueh-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW85	Ju-Ku	glutinous, Indica	China
GW16	Fan-Tzu-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW86	Hsiao-Chia-Ku	glutinous, Indica	China
GW17	Shuang-Tung-Juan	glutinous, Indica	Taiwan	GW87	Bai-Ke-Muo	glutinous, Indica	China
GW18	O-Loan-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW88	Ye-Ji-Hwe	glutinous, Indica	China
GW19	Chu-His-Chu No.1	glutinous, Indica	Taiwan	GW89	Chen-Chien-Nvo	glutinous, Indica	China
GW20	Hung-Chueh-Chu	glutinous, Indica	Taiwan	GW90	Kaksi-Zum-Yo	glutinous, Japonica	Korea
GW21	Taichung-Hsien-No No.1	glutinous, Indica	Taiwan	GW91	Kang-Lung-Ido	glutinous, Japonica	Korea
GW22	Tainung-Hsien-No No.2	glutinous, Indica	Taiwan	GW92	Naeng-Do	glutinous, Japonica	Korea
GW23	Tai-Hsien-No No.2	glutinous, Indica	Taiwan	GW93	No-In-Do	glutinous, Japonica	Korea
GW24	Shichimancheue-No	glutinous, Japonica	Japan	GW94	Nockdu Byc	glutinous, Japonica	Korea
GW25	Hassen-No	glutinous, Japonica	Japan	GW95	Daehwal-Do	glutinous, Japonica	Korea
GW26	Taisheyuo-No	glutinous, Japonica	Japan	GW96	Do-Li	glutinous, Japonica	Korea
GW27	Miro-No-Toku No.1	glutinous, Indica	Japan	GW97	Chilseongbyeo	glutinous, Japonica	Korea

(continued)

Code	Variety	Type	Country	Code	Variety	Type	Country
GW28	Kintoki-No	glutinous, Japonica	Japan	GW98	Suweon 290	glutinous, Indica	Korea
GW29	Miyuoshin-No	glutinous, Japonica	Japan	GW99	Rinoldo-Bersoni	glutinous, Indica	Italy
GW30	Kilien-No	glutinous, Japonica	Japan	GW100	Kinan-Kuda	glutinous, Japonica	Philippine
GW31	Shiasher-No	glutinous, Japonica	Japan	GW101	Lin-Leng	glutinous, Indica	Philippine
GW32	Kuroo-No No.22	glutinous, Japonica	Japan	GW102	Legage-In	glutinous, Indica	Philippine
GW33	Aehegomiz-No	glutinous, Japonica	Japan	GW103	IR 29	glutinous, Indica	Philippine
GW34	Tosou-No	glutinous, upland	Japan	GW104	Perurufong Nba	glutinous, Indica	Philippine
GW35	Kirosheta-No	glutinous, upland	Japan	GW105	Inaway	glutinous, Indica	Philippine
GW36	Shiroga-No	glutinous, upland	Japan	GW106	IR3941-9-2	glutinous, Indica	Philippine
GW37	Mirozaki-No No.1	glutinous, upland	Japan	GW107	TD 52	glutinous, Indica	Thailand
GW38	Fujiura-No No.16	glutinous, upland	Japan	GW108	KU 81	glutinous, Indica	Thailand
GW39	Tokyofhujra-No	glutinous, upland	Japan	GW109	Hawm	glutinous, Indica	Thailand
GW40	Yuronoyuki-No	glutinous, upland	Japan	GW110	Ja-Ma-Bau-Jah	glutinous, Indica	Thailand
GW41	Roku-U-No No.22	glutinous, upland	Japan	GW111	Ja-No-Nug	glutinous, Indica	Thailand
GW42	Kunimiz-No	glutinous, upland	Japan	GW112	K-17044	glutinous, Indica	Thailand
GW43	Gaisen-No	glutinous, upland	Japan	GW113	K-17054	glutinous, Indica	Thailand
GW44	Tainung-No No.8	glutinous, Japonica	Taiwan	GW114	K-17049	glutinous, Indica	Thailand
GW45	Nung-Yu-No No.3	glutinous, Japonica	Taiwan	GW115	K-17057	glutinous, Indica	Thailand
GW46	Nung-Yu-No No.11	glutinous, Japonica	Taiwan	GW116	India 16	glutinous, Indica	India
GW47	Nung-Yu-No No.13	glutinous, Japonica	Taiwan	GW117	India 18	glutinous, Indica	India
GW48	Nung-Yu-No No.20	glutinous, Japonica	Taiwan	GW118	ARC 12886	glutinous, Indica	India
GW49	Nung-Yu-No No.24	glutinous, Japonica	Taiwan	GW119	Jhum-Paddy 7	glutinous, Indica	India
GW50	Nung-Yu-No No.25	glutinous, Japonica	Taiwan	GW120	WRC 4	glutinous, Indica	India
GW51	Nung-Yu-No No.30	glutinous, Japonica	Taiwan	GW121	KU 16	glutinous, Indica	India
GW52	Nung-Yu-No No.35	glutinous, Japonica	Taiwan	GW122	Land-Bauw	glutinous, Indica	Indonesia
GW53	Nung-Yu-No No.54	glutinous, Japonica	Taiwan	GW123	Umbang-Sampahiring	glutinous, Japonica	Indonesia
GW54	Taichung-No No.46	glutinous, Japonica	Taiwan	GW124	Glutinous-Lebonnent	glutinous, Indica	U.S.A.
GW55	Hsinchu-No No.4	glutinous, Japonica	Taiwan	GW125	Khao-Kieng	glutinous, Indica	Loas

(continued)

Code	Variety	Type	Country	Code	Variety	Type	Country
GW56	Taichung-No No.70	glutinous, Japonica	Taiwan	GW126	Kap-Nhay	glutinous, Indica	Loas
GW57	Taikeng-No No.1	glutinous, Japonica	Taiwan	GW127	Mack-Hing-Hoom	glutinous, Indica	Loas
GW58	Taikeng-No No.3	glutinous, Japonica	Taiwan	GW128	Khao-Kam	glutinous, Indica	Loas
GW59	Taikeng-No No.5	glutinous, Japonica	Taiwan	GW129	Khao-Chao-Hom	glutinous, Indica	Loas
GW60	Paerizu-Mochi	glutinous, upland	Taiwan	GW130	Khao-Khane	glutinous, Indica	Loas
GW61	Tarunatsu-Mochi	glutinous, upland	Taiwan	GW131	Khao-Lay-Nhay	glutinous, Indica	Loas
GW62	Warisan-Mochi No.1	glutinous, upland	Taiwan	GW132	Khao-Nane-Noi	glutinous, Indica	Loas
GW63	Warisan-Mochi No.2	glutinous, upland	Taiwan	GW133	Houei-Deng	glutinous, Indica	Loas
GW64	Komapatai	glutinous, upland	Taiwan	GW134	Khao-Konhdam	glutinous, Indica	Loas
GW65	Pagaitsuitaiyaru	glutinous, upland	Taiwan	GW135	Pheip	glutinous, Indica	Loas
GW66	Airaromu	glutinous, upland	Taiwan	GW136	Tainung No.67	non-glutinous, Japonica	Taiwan
GW67	Pazumataharu	glutinous, upland	Taiwan	GW137	Taichung No.65	non-glutinous, Japonica	Taiwan
GW68	Nakara No.2	glutinous, upland	Taiwan	GW138	Taikeng No.9	non-glutinous, Japonica	Taiwan
GW69	Nakabo	glutinous, upland	Taiwan	GW139	Taichung-Shien No.10	non-glutinous, Indica	Taiwan
GW70	Ya-A-Bi	glutinous, upland	Taiwan	GW140	Tai-Chung-Native No. 1	non-glutinous, Indica	Taiwan

之強度、穗型、次生支梗、穗之伸出度、穗軸、穗之落粒性、脫粒性、芒、芒色、稃尖色、柱頭色、內外穎色澤、內外穎之軟毛、護穎色澤、護穎長度、種皮色等 27 個質的性狀；及葉長、葉寬、葉舌長度、株高、分櫱數、莖徑、穗長等七個數量性狀，另外於 2000 年第二期作種植於臺灣大學試驗農場，調查確認其中主要質的性狀之表現，植株性狀之調查則依據國家種原庫稻種原調查標準實施。

三、統計分析

1.糯稻種原農藝性狀之相關性檢定

利用 SAS 軟體之 CORR Procedure 針對各參試品種進行性狀間之外表型相關係數分析，並進行相關係數之顯著性測驗 (SAS Institute 1993)。

2.糯稻種原農藝性狀進行分群分析

根據參試品種農藝性狀，利用歐幾里得距離(Euclidean distance)算出各參試品種之遺傳歧距離：

$$d_{ij}^2=\sum_{p=1}^{m}\lambda_p(y_{ip}-y_{jp})^2$$

y_{ip} 和 y_{jp} 分別是 i 和 j 在因素軸 p (p=1, 2, 3, …, m) 上的因素分數 (component scores)；λ_p 為第 p 個因素之特徵根 (eigenvalue)。以 SAS 軟體(SAS Institute 1993)。計算成遺傳距離矩陣 (genetic distance matrix)，並輸出為 NT-SYS 軟體

所需特定格式之 Excel 檔案。再利用 NT-SYS (Rohlf 1989) 以 UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean) 進行群聚分群 (cluster analysis)，並繪出樹狀分枝圖，以求出各參試材料間的差異。

3.糯稻種原農藝性狀之主成分分析

利用 SAS 軟體之 PRINCOMP Procedure 以各參試品種農藝性狀之平均值進行主成分分析，求得各品種標準化之主成分數值，分別以第一及第二主成分為座標軸作族群之散佈圖，以探討解析族群間遺傳變異之主要因子。

結果

一、農藝外表性狀遺傳變異分析

1.質的性狀調查結果(如 Table 2)

在 8 個葉的性狀調查結果，140 個糯稻種原中，其葉毛大部份為非光滑葉型(107 個)，葉色以綠色(125 個)為主。葉角度以橫平型(78 個)為主，而劍葉型有直立型、中間型、橫平行、下垂型等各類型數目相當。葉舌色主要以白色(126 個)為主，葉舌形狀以二裂片(136 個)為主，葉環色澤以淡綠色(127 個)為主，葉耳色以淡綠色(127 個)為主。

在 8 個莖稈的性狀調查結果，在 140 個糯稻種原中除穗軸無外表型變異均為下垂型而無直立型，其莖基色以綠色(123 個)為主，桿角度以中間型(93 個)為主，節間色以金黃色(119 個)為主。而桿之強度包括 5 種類型，以中強度(52 個)到中度強度(47 個)為主。穗型以中間型(137 個)為主，次生支梗以無次生支梗為主(98 個)，穗之伸長度以中伸出(99 個)為主，穗軸則全部為下垂型。

在 11 個穀粒性狀之調查結果，在 140 個糯稻種原中，其穗之落粒性以中(50 個)至多(51 個)為主，脫粒性以容易(81 個)為主。芒之有無以無芒(87 個)為主，有芒的品種中，其芒色包括 6 種類型，其中有 13 個為稻草色，9 個為金黃色，13 個為褐色，2 個為紅色，11 個為紫色，5 個為黑色。稃尖色以稻草色(85 個)為主，柱頭色以淡綠色(94 個)為主。內外穎色澤以褐色斑紋(57 個)為主，內外穎之軟毛以短毛(51 個)為主，護穎色澤以黃色(59 個)至金黃色(53 個)為主，護穎長度以中度(128 個)為主，種皮色以白色(96 個)為主。

由此可見，葉片及莖稈的各種性狀所分之類別，除了葉角度、劍葉型及莖桿角度各類型均有較高比例分布外，其他性狀偏向於特定外表型；而穀粒性狀則較均勻分佈在不同類型。

2.數量性狀調查

由 Table 3 結果可知，7 個調查性狀在一期作與二期作間均有顯著差異。三個葉的性狀方面：一期及二期作葉長之平均分別為 46.16 cm 及 40.58 cm，一期及二期作葉寬之平均分別為 12.62 mm 與 11.60 mm，一期及二期作葉舌長度之平均分別為 16.65 mm 及 5.87 mm。三個莖的性狀方面：一期及二期作株高之平均分別為 125.67 cm 與 112.7 cm，一期及二期作分蘗數之平均分別為 8.73 個與 6.51 個，一期及二期作莖徑之平均分別為 6.31 cm 與 3.97 cm。一期及二期作穗長之平均分別為 23.96 cm 及 22.66 cm，可知一期作所調查之 7 個數量性狀均極顯著大於二期作。

二、數量性狀間之相關分析

2000 年一期、二期作於臺中種植的糯稻種原各數量性狀間之相關分析結果如 Table 4。兩期作之性狀間相關值顯著性有

Table 2. The clssifications and frequencies (in parentheses) of qualitative traits of 140 glutinous rice germplasm.

Trait	Classification and frequency
Leaf blade pubescence	Glabrous (1), Intermediate (32), Pubescent (107)
Color of leaf blade	Light green (0), Green (125), Dark green (12), Purple tips (0), Purple margins (3), Purple blotch (0), Purple (0)
Leaf angle	Erect (42), Horizontal (78), Droopy (20)
Flag leaf angle	Erect (39), Intermediate (32), Horizental (41), Descending (28)
Ligule color	White (126), Purple lines (12), Purple (2)
Ligule shape	Acute (4), Cleft (136), Truncate (0)
Collar color	Light green (127), Green (1), Purple (12)
Auricle color	Light green (127), Purple (13)
Basal leaf sheath color	Green (123), Purple lines (8), Light purple (2), Purple (7)
Culm angle	Erect (3), Intermediate(93), Open (44), Spreading (0), Procumbent (0)
Internode color	Green (4), Gold (119), Purple lines (7), Purple (10)
Culm strength	Strong (8), Moderately strong (52), Intermediate (47), Weak (21), Very weak (12)
Panicle type	Compact (0), Intermediate (137), Open (3)
Secondary branching of panicles	Abscent (98), Light (42), Heavy (0), Clustered (0)
Panicle exsertion	Well exserted (35), Moderately well exserted (99), Just exserted (3) Partly exserted (3), Enclosed(0)
Panicle axis	Straight (0), Droopy (140)
Shattering habit	Very low (1), Low (9), Intermediate (50), Moderately high (51), High (29)
Panicle threshability	Difficult (1), Moderately difficult (58), Easy (81)
Awning	Absent (87), Short and partly awned (27) Short and fully awned (7), Long and fully awned (19)
Awn color	Straw (13), Gold (9), Brown (13), Red (2), Purple (11), Black (5)
Apiculus color	White (1), Straw (85), Brown (28), Red (3), Red tip (4) Purple (9), Purple tip (10)
Stigma color	White (3), Light green (94), Yellow (25), Light purple (17), Purple (1)
Lemma and palea color	Straw (1), Gold (30), Brown spots (8), Brown furrows (57), Brown (17) Reddish to light purple (5), Purple spots (0), Purple furrows (21), Purple (1), Black (0)
Lemma and palea pubescence	Glabrous (19), Hair on lemma keel (36), Hair on upper portion (32), Short hairs (51), Long hairs (2)
Sterile lemma color	Yellow (59), Gold (53), Red (3), Purple (25)
Sterile lemma length	Short (0), Medium (128), Long (12), Extra long (0), Asymmetrical (0)
Seed coat color	White (96), Light brown (22), Speckled brown (2), Brown (1), Red (13) Variable purple (0), Purple (6)

Table 3. Testing on mean and variance of quantitative traits of glutinous rice germplasm grown in the spring and fall of 2000.

Trait	Season	Range	Mean	SE	t-test
Leaf length (cm)	C891	26.0 - 72.0	46.2	0.9	**
	C892	18.7 - 65.6	40.6	0.9	
Leaf width (mm)	C891	8.0 - 19.0	12.6	0.2	**
	C892	5.2 - 18.8	11.6	0.2	
Ligule length (mm)	C891	7.6 - 41.7	16.7	0.2	**
	C892	2.0 - 14.2	5.9	0.5	
Culm length (cm)	C891	87.6 - 175.7	125.7	2.0	**
	C892	65.2 - 166.6	112.7	1.8	
Culm number (No. pl^{-1})	C891	3.9 - 16.0	8.7	0.2	**
	C892	2.4 - 14.6	6.5	0.2	
Culm diameter (mm)	C891	4.3 - 8.9	6.3	0.1	**
	C892	2.2 - 5.7	4.0	0.9	
Panicle length (cm)	C891	17.1 - 38.9	24.0	0.3	**
	C892	15.0 - 30.2	22.7	0.3	

**: Significantly different at 1% level.

Table 4. Significant tests of correlation coefficients among quantitative traits of glutinous rice germplasm grown in the spring and fall of 2000.

Season	Trait	Leaf length	Leaf width	Ligule length	Culm length	Culm number	Culm diameter
C891	Leaf width	0.30**					
C892		0.48**					
C891	Ligule length	0.67**	0.02				
C892		0.75**	0.39**				
C891	Culm length	0.70**	0.15	0.46**			
C892		0.83**	0.44**	0.59**			
C891	Culm number	-0.37**	-0.57**	-0.06	-0.19*		
C892		0.17*	-0.29**	0.33**	0.12		
C891	Culm diameter	0.58**	0.64**	0.34**	0.23**	-0.69**	
C892		0.47**	0.58**	0.37**	0.38**	-0.26**	
C891	Panicle length	0.75**	0.37**	0.56**	0.55**	-0.51**	0.66**
C892		0.62**	0.57**	0.47**	0.65**	-0.22*	0.56**

*,** : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

不一致者，如葉寬與葉舌長、葉寬與株高、葉舌長與分櫱數、株高與分櫱數，其餘性狀間相關值顯著或極顯著之一致性很高。

三、以不同季節農藝性狀進行糯稻種原群聚分析

以 2000 年一期、二期兩期作所調查之農藝性狀利用歐幾里德距離算出各參試品種之遺傳距離，再進行分群分析，其結果如 Fig. 1 及 Fig. 2。若遺傳距離越遠，則表示其兩個糯稻種原間農藝性狀差異越大。以來源地區觀察樹狀分群圖，同一來源地區之糯稻種原有群聚的現象發生，在一期作中的 5 個非糯稻對照品種(GW136-GW140)群聚於一小群，而依來源國家及糯稻種類之不同形成若干分群，例如臺灣粳稻(GW45、GW48、GW49、GW54、GW56、GW57、GW58)分別集中於一小群；日本粳稻(GW27、GW29、GW32、

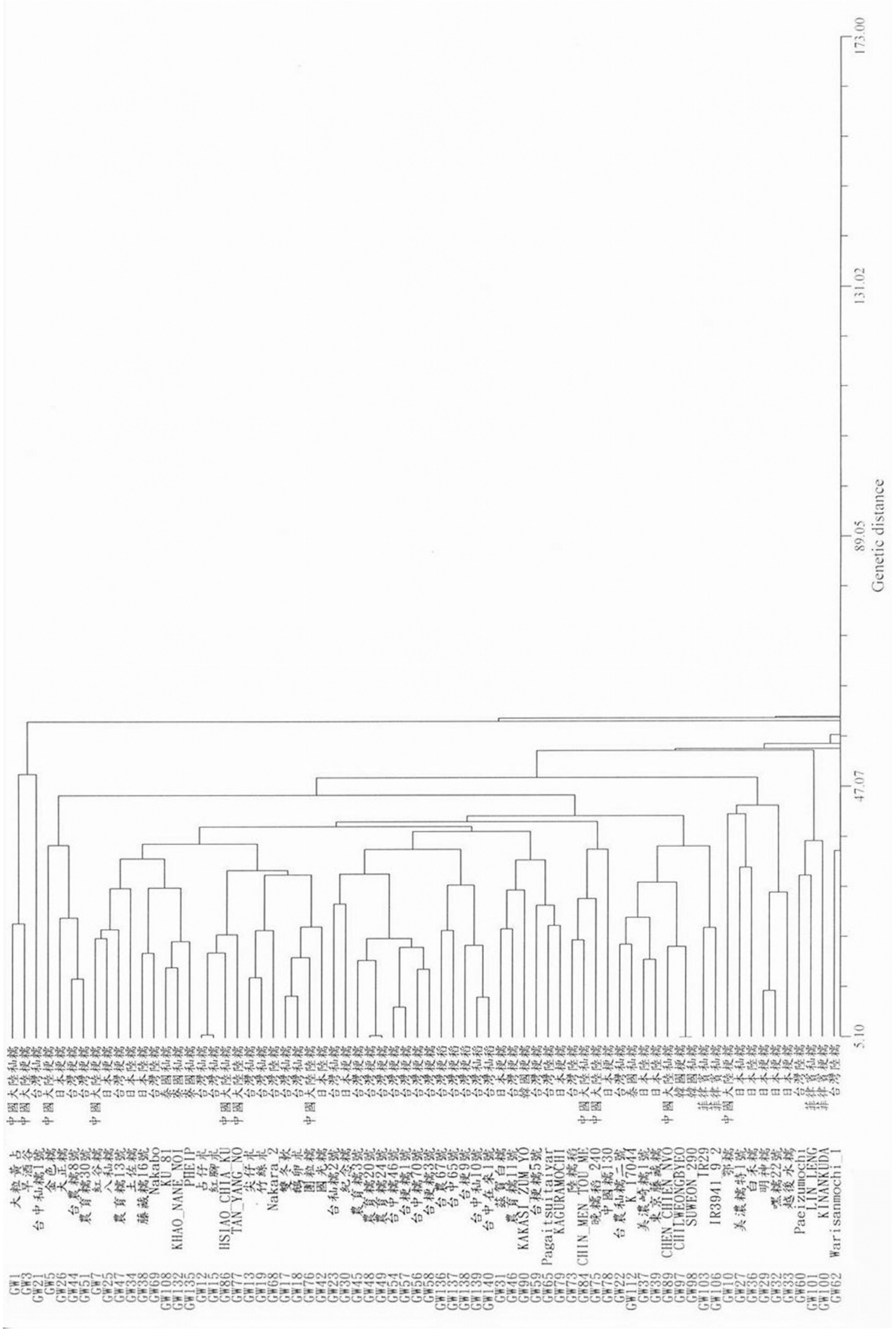

Fig. 1. Dendrogram of cluster analysis based on agronomy characteristics of 135 glutinous and 5 non-glutinous rice germplasm investigated in the first cropping season of 2000.

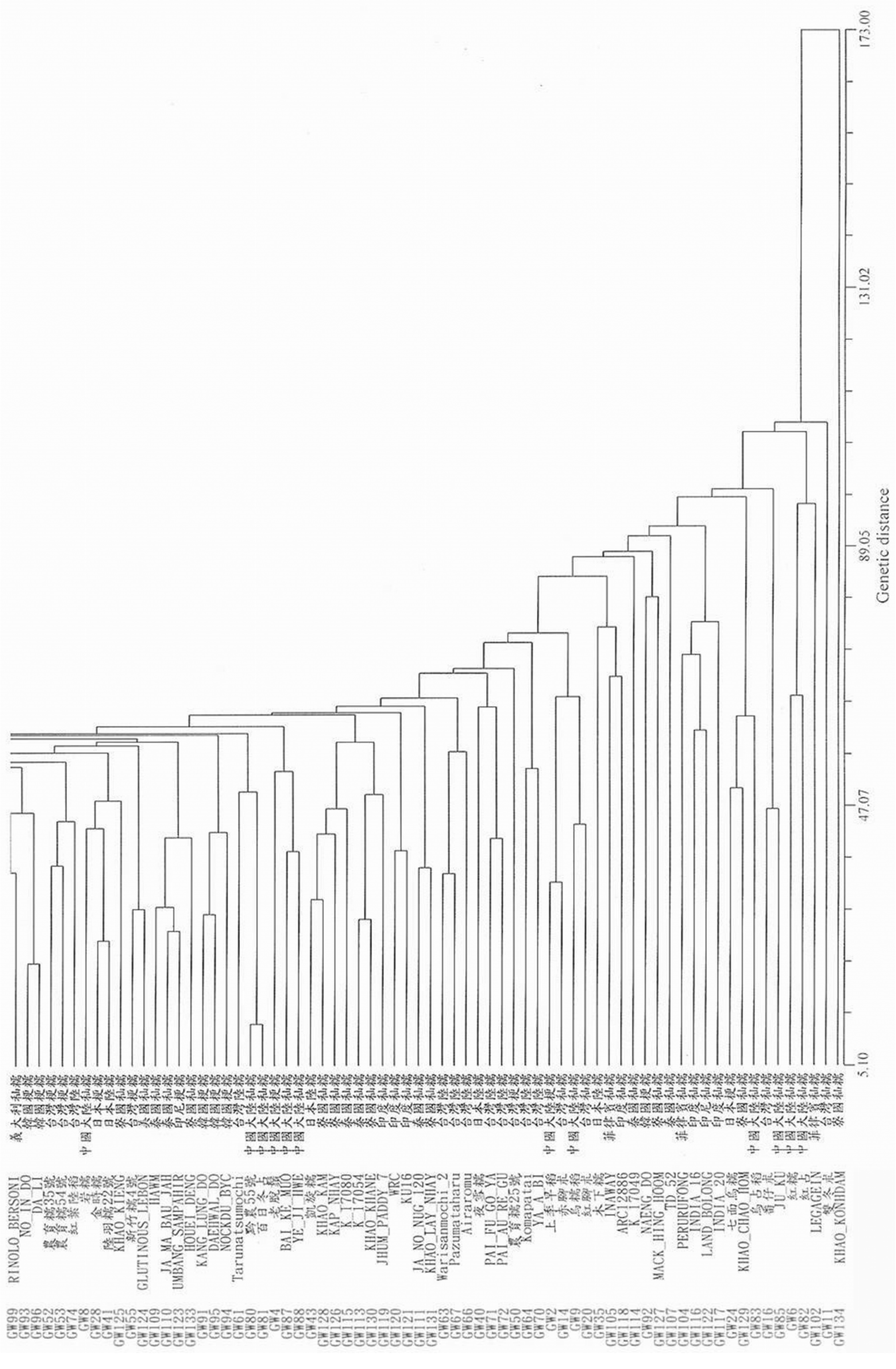

Fig.1. (continued).

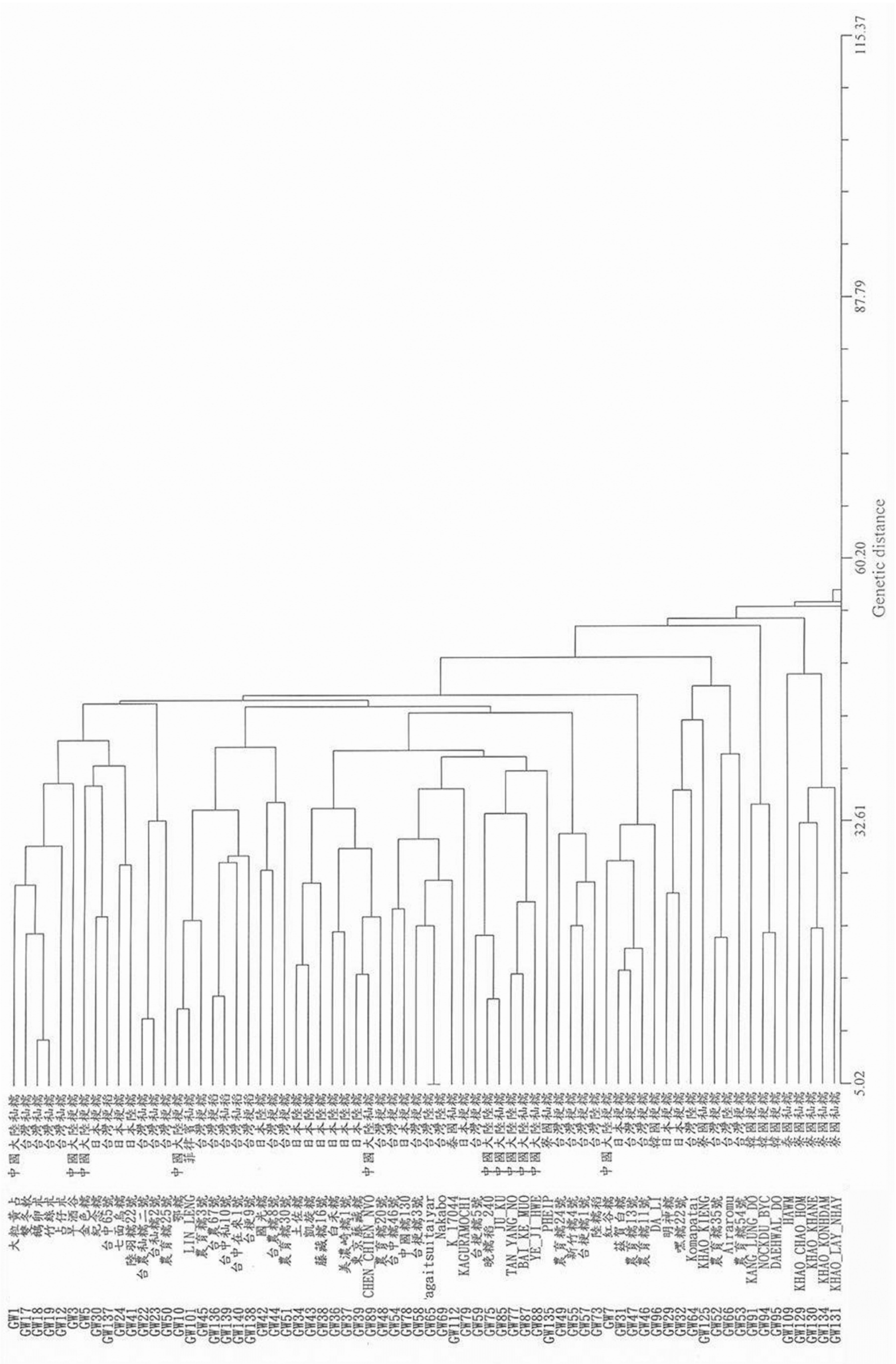

Fig. 2. Dendrogram of cluster analysis based on agronomy characteristics of 135 glutinous and 5 non-glutinous rice germplasm investigated in the second cropping season of 2000.

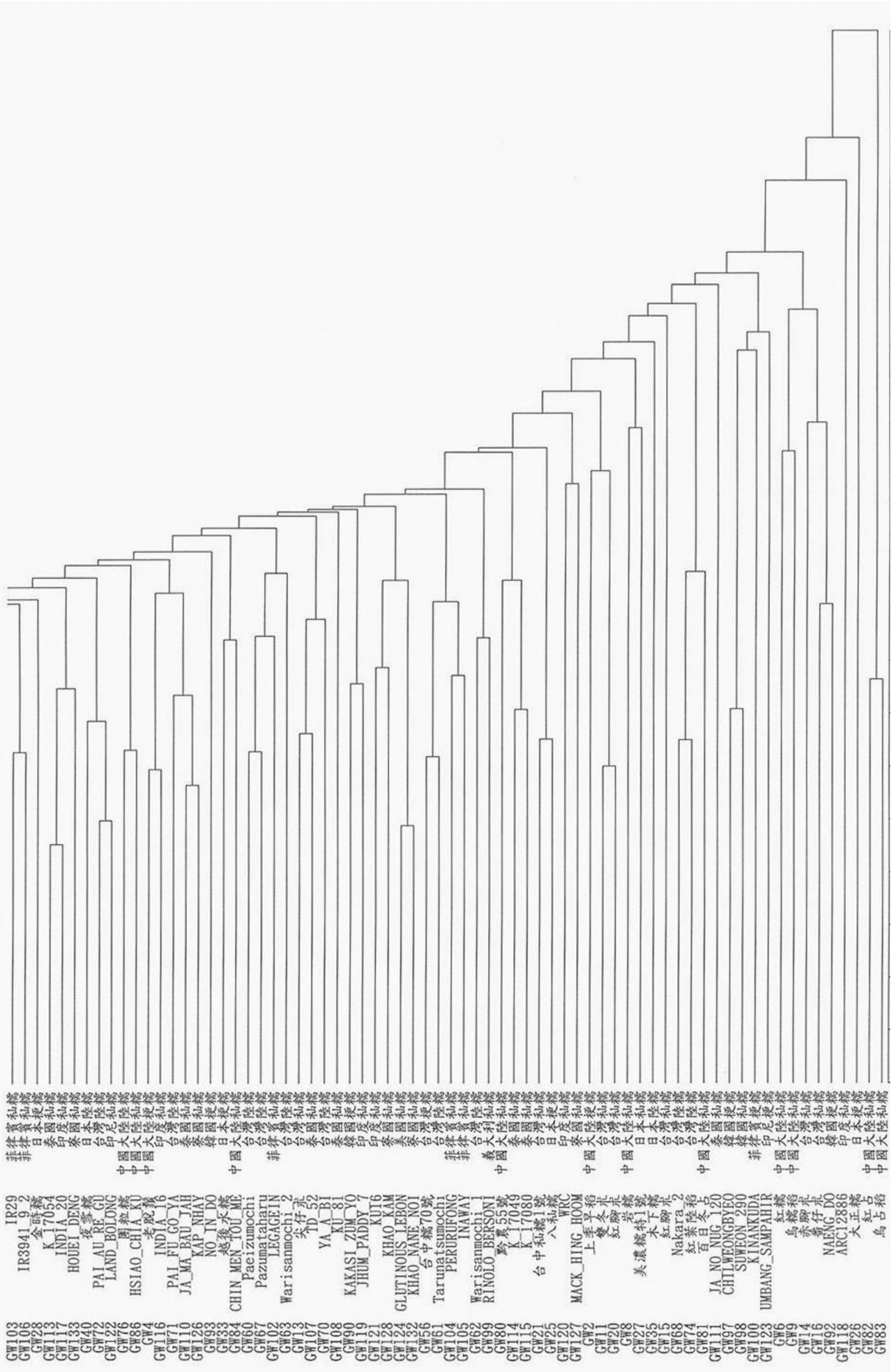

Fig. 2. (continued).

GW33、GW36)及中國大陸糯稻(GW4、GW80、GW81、GW87、GW88)等分別集中於一小群。此外，亦可發現寮國、泰國和印度 3 個來源地區的糯稻種原多歸屬於同一群聚，其餘來源地區的糯稻種原也有群聚的現象，不過因為群聚零散，不如前面來源的群聚現象明顯。在二期作中除了臺中 65 號(GW137)以外，4 個非糯稻對照品種歸屬於同一群聚；日本陸糯(GW34、GW36、GW37、GW38、GW39、GW43)、中國大陸糯稻(GW75、GW77、GW85、GW87、GW88)、寮國秈糯稻(GW129、GW130、GW131、GW134)的糯稻種原也各別有群聚現象，而其餘來源地區的糯稻種原之群聚則較零散。由此可見，以不同期作之數量性狀之分群結果顯示在兩期作未有明顯大分群出現，而相同來源國家種原有集中於小群之趨勢，但兩期作分群結果並不一致。

以秈、稉型稻種及陸糯稻分類觀察樹狀分群圖，於一期作中稉糯、秈糯及陸糯稻平均分佈於各小群；於二期作之結果亦相似。故兩季分群結果皆未有明顯之稉糯、秈糯及陸糯稻之分群。

四、以不同季節農藝性狀進行糯稻種原遺傳距離之主成分分析

以各參試種原之農藝性狀之平均值進行主成分分析，求得各品種標準化之主成分

Table 5. Eigenvalues and proportions of the first 25 principle components among 60 markers on 33 traits of 140 rice germplasm in the first and second cropping seasons of 2000.

Component	First cropping season, 2000				Second cropping season, 2000			
	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	502.601	441.128	0.780	0.780	634.705	601.044	0.862	0.862
2	61.472	38.264	0.095	0.875	33.661	17.592	0.046	0.907
3	23.208	10.439	0.036	0.911	16.069	5.249	0.022	0.929
4	12.769	2.813	0.020	0.931	10.819	2.989	0.015	0.944
5	9.956	1.878	0.016	0.947	7.831	2.353	0.011	0.955
6	8.078	3.809	0.013	0.959	5.478	1.448	0.007	0.962
7	4.269	0.192	0.007	0.966	4.030	0.538	0.006	0.968
8	4.077	1.036	0.006	0.972	3.492	0.242	0.005	0.972
9	3.041	0.564	0.005	0.977	3.250	0.387	0.004	0.977
10	2.477	0.363	0.004	0.981	2.863	0.304	0.004	0.981
11	2.114	0.436	0.003	0.984	2.559	0.200	0.004	0.984
12	1.678	0.320	0.003	0.987	2.359	0.681	0.003	0.987
13	1.358	0.239	0.002	0.989	1.679	0.107	0.002	0.990
14	1.119	0.091	0.002	0.991	1.572	0.626	0.002	0.992
15	1.027	0.244	0.002	0.992	0.946	0.096	0.001	0.993
16	0.784	0.092	0.001	0.993	0.850	0.123	0.001	0.994
17	0.692	0.034	0.001	0.994	0.727	0.076	0.001	0.995
18	0.658	0.071	0.001	0.995	0.651	0.101	0.001	0.996
19	0.587	0.109	0.001	0.996	0.550	0.102	0.001	0.997
20	0.478	0.086	0.001	0.997	0.448	0.090	0.001	0.997
21	0.392	0.036	0.001	0.998	0.358	0.048	0.001	0.998
22	0.356	0.136	0.001	0.998	0.310	0.067	0.000	0.998
23	0.220	0.010	0.000	0.999	0.243	0.008	0.000	0.999
24	0.210	0.053	0.000	0.999	0.235	0.033	0.000	0.999
25	0.158	0.008	0.000	0.999	0.202	0.044	0.000	0.999

數值，兩個期作結果如 Table 5。由主成分分析結果，在 2000 年一期作所得的特徵根(eigen value)，由 Table 5 可知前三個主成分所累加的變異量已達 91.14%。由 Table 6 可知，第一主成分裡特徵向量(eigen vectors)以株高為最主要的影響因子，第二主成分以葉長為最主要的影響因子，第三主成分以葉舌長度為主要影響因子。由於第一及第二成分之累積解釋變異量已達 87.5%，故由各品種以第一與第二主成分為座標軸作品種之 2D 散佈圖，如 Fig. 3。可分別以農育糯 20 號品系之株高(平均約 121.8 cm)為分界點，以菲律賓稉糯品系 Kinankuda 之葉長(平均為 45.8 cm)為分群分界點。以來源地區分析，大約可以分為 A、B 兩群。韓國糯稻、日本糯稻、日本陸糯稻、臺灣稉糯稻、美國糯稻(僅 1 個種原)、義大利糯稻(僅 1 個種原)及 5 個非糯稻對照品種主要分布於 A 群中；而寮國糯稻、印度糯稻、臺灣秈糯稻、泰國糯稻、及中國大

Table 6. Eigenvectors of the 32 traits on the first to the 5th principal components on 140 rice accessions the first and second cropping seasons of 2000.

	First cropping season					Second cropping season				
Trait	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5
Leaf length (cm)	0.361	0.740	0.170	-0.354	0.063	0.363	0.855	0.097	0.261	0.087
Leaf width (mm)	0.018	0.067	0.191	-0.085	0.048	0.045	0.088	0.249	-0.245	-0.301
Leaf pubescence	0.000	-0.017	-0.026	-0.021	-0.046	0.003	-0.005	-0.064	0.088	-0.046
Leaf color	0.001	0.007	-0.022	0.015	0.005	-0.001	-0.002	-0.003	0.003	-0.007
Leaf sheath color	0.007	0.002	-0.023	0.030	0.029	0.010	-0.007	0.071	-0.048	0.079
Leaf angle	0.020	0.049	0.302	0.293	0.454	0.001	-0.025	0.358	-0.180	0.463
Flag leaf angle	0.030	0.016	0.272	0.244	0.296	-0.007	-0.020	0.305	-0.155	0.316
Ligule length (mm)	0.141	0.416	-0.577	0.579	-0.198	0.057	0.183	-0.089	-0.037	-0.017
Ligule color	0.004	0.002	-0.010	0.016	0.015	0.007	-0.007	0.050	-0.038	0.046
Ligule shape	-0.002	-0.003	0.000	-0.001	0.011	0.001	0.000	0.002	0.003	0.010
Collar color	0.006	0.002	-0.019	0.013	0.031	0.011	0.002	0.075	-0.083	0.054
Auricle color	0.003	0.001	-0.009	0.007	0.017	0.005	-0.003	0.051	-0.039	0.027
Plant height (cm)	0.912	-0.388	-0.043	-0.006	0.020	0.923	-0.355	-0.074	-0.069	0.021
Tilling number	-0.027	-0.097	-0.336	-0.072	0.061	0.013	0.070	-0.439	0.126	0.341
Culm angle	0.013	-0.027	-0.065	0.038	0.015	0.006	-0.028	0.022	0.077	0.073
Culm diameter (mm)	0.014	0.074	0.074	-0.017	-0.027	0.011	0.031	0.044	-0.016	-0.107
Internode color	0.005	-0.003	-0.015	0.021	0.030	0.013	-0.030	0.038	-0.027	0.075
Culm strength	0.031	-0.123	-0.137	0.115	0.102	0.034	-0.076	-0.053	0.059	-0.049
Panicle length (cm)	0.109	0.246	0.201	0.176	-0.180	0.088	0.063	0.314	-0.154	-0.533
Panicle type	0.005	0.006	-0.002	0.001	0.028	0.002	-0.003	-0.010	-0.012	0.013
Secondary panicles	-0.003	0.000	-0.001	-0.039	-0.036	-0.001	0.013	-0.013	0.000	-0.015
Panicle exsertion	-0.008	0.033	-0.050	-0.025	0.010	-0.002	0.101	0.003	-0.091	-0.056
Shattering habit	-0.006	-0.011	-0.064	0.199	0.381	0.007	0.005	-0.071	-0.119	0.106
Panicle threshability	-0.002	0.016	-0.044	0.215	0.418	0.017	-0.009	-0.149	-0.250	0.165
Awning	0.017	-0.131	0.367	0.322	-0.471	-0.003	-0.235	0.262	0.709	-0.017
Awn color	0.018	-0.044	0.204	0.200	-0.198	0.005	-0.116	0.171	0.348	-0.011
Apiculus color	0.015	0.048	0.140	0.143	-0.037	0.011	-0.015	0.290	-0.009	0.109
Stigma color	0.006	0.010	0.067	0.079	0.003	0.012	-0.024	0.150	-0.024	0.076
Lemma and palea color	0.006	0.034	0.166	0.225	-0.069	0.011	0.001	0.320	-0.061	0.273
Lemma and palea pubescence	-0.014	-0.073	-0.015	-0.035	-0.122	-0.004	-0.039	-0.011	0.157	0.049
Sterile lemma color	-0.002	0.023	0.108	0.093	-0.056	-0.004	0.000	0.178	0.010	0.088
Sterile lemma length	0.001	0.012	0.037	0.036	0.024	0.004	-0.010	0.011	-0.026	0.012
Seed coat color	0.020	0.016	0.027	0.114	0.004	0.008	-0.042	0.093	0.002	-0.045

陸糯稻與陸糯稻則主要分布於 B 群中。而臺灣山地陸糯稻、菲律賓及印尼(僅 2 個種原)來源的糯稻則於 A、B 兩群內皆有分布。以秈、粳型稻種及陸糯稻分類分析，觀察上述 A、B 兩群，發現 A 群分佈較為集中以粳糯為主，但有一些秈糯分佈；B 群則以秈糯為主；而陸糯稻則是於 A、B 兩群皆有分佈。一期作之第一主成分之主要影響因子為株高，第二主成分之主要影響因子為葉長，所以可以得知 A 群以株高較矮及短葉片為主。而 B 群則偏向於高株，葉長變異範圍較大，由短至長皆有分佈。

而 2000 年二期作之特徵根，由 Table 5 可知，由前三個主成分累加變異量則已達 92.93%。第一主成分裡特徵向量以株高為最主要影響因子，第二主成分以葉長為最主要的影響因子，第三主成分以分櫱數為最主要的影響因子。由於第一及第二主成分之累積解釋變異量已達 90.7%，故由各品種以第一與第二主成分為座標軸作品種之 2D 散佈圖(Fig. 4)。以來源地區分析，雖然沒有如 2000 年一期作所得的結果分得 A 與 B 兩大群，但相同類型的稻種原還是有群聚的現象。觀察發現韓國糯稻、日本糯稻、臺灣粳糯稻、泰國糯稻、寮國糯稻、三個粳稻對照品種及兩個秈稻對照品種等均歸屬同一群聚，臺灣秈糯稻自成一小群。而由印度、菲律賓、泰國、印尼和中國等來源以及臺灣和中國大陸的陸糯稻因其分佈較廣，而沒有明顯的群聚現象。以秈、粳型稻種及陸糯稻分類分析，可以分為兩大群。A 群以粳糯為主，即包括來自韓國、日本、臺灣、泰國及寮國等國之糯稻品種。而 B 群以秈糯為主，陸糯稻的分佈很廣，群聚現象不明顯。

二期作之第一主成分之主要影響因子為株高，第二主成分之主要影響因子為葉長，大致可以中國粳糯品種老脫鬚之株高(平均為 161.2 cm)及義大利品種 Rinolo Bersoni 之葉長(平均為 32.5 cm)為分界點進行分群。所以可以得知於 A 群為株高較矮及短葉片為主。而 B 群則偏向高株，葉長變異較大，由短至長皆有分佈，此種趨勢與一期作相似，但其中臺灣秈糯在二期作僅分佈在高株範圍，而在一期作則在高株及矮株範圍均有分佈。

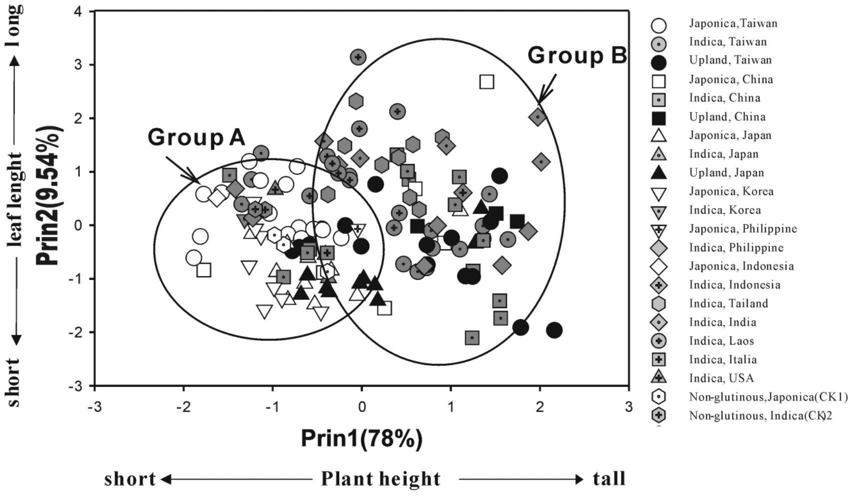

Fig. 3. Plot of the first two principal components from the covariance matrix of the trait frequencies in the 135 glutinous and 5 non-glutinous rice germplasm in the first cropping season of 2000.

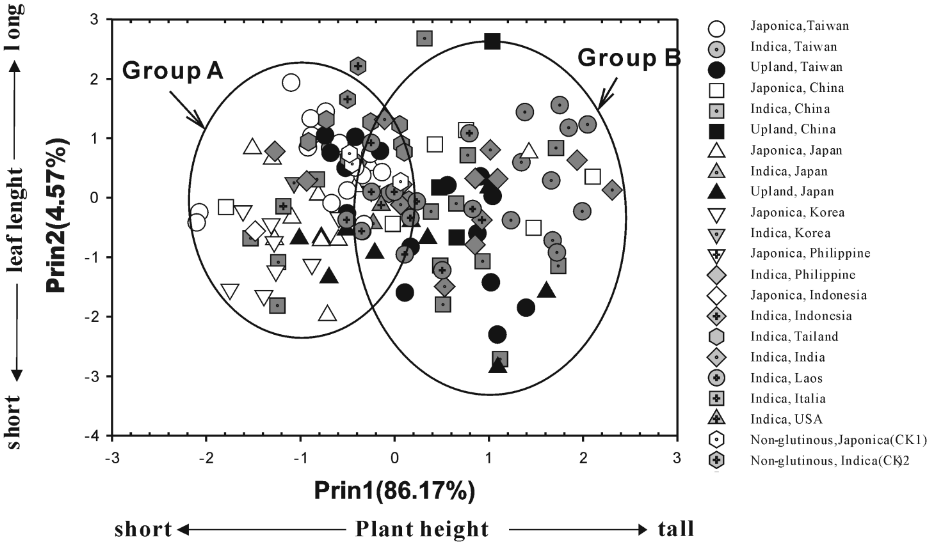

Fig. 4. Plot of the first two principal components from the covariance matrix of the trait frequencies in the 135 glutinous and 5 non-glutinous rice germplasm in the second cropping season of 2000.

綜合兩季所個別得到的主成分分群，可知以株高及葉長可當糯稻種原分群之主要依據，以株高性狀均可區分稉糯與秈糯，部份國家之糯稻種原因侷限於稉糯秈糯，故隨著稉糯或秈糯之區分，而有不同國別之區分效果。在稉糯種原群(A 群)中，不同國家來源之種原依葉長差異而有同分佈，但是仍有重疊之範圍。而秈稻群(B 群)種原則不易以葉長區分來源國家。而陸糯稻的分群分佈也很廣，不易對其來源做明顯之分群。另外 A 群糯稻在兩期作的株高與葉長變範圍均小於 B 群。

討論

外表特性一直為育種家研究種原變異的一個重要依據（Chen *et al*. 1998, Bhargava *et al*. 1966），本研究調查的性狀有 33 個，其中 27 個為質的性狀，7 個為數量性狀，觀察發現葉的性狀及莖的各種性狀所分之類別明顯偏向特定外表型，可能影響其種原區分效果，但是對少數種原而言，具有特殊之外表型，亦為專門鑑定這些種原之良好的遺傳標誌。相對而言，穀粒性狀之類別則分佈較為均勻。除了穗軸均為直立型外，另外 26 個質的性狀中，若以色澤為分類依據者有葉色、莖基色、葉舌色、葉環色、葉耳色、節間色、芒色、稃尖色、柱頭色、內外穎色澤、護穎色澤與種皮色等 12 個；以外觀特殊型態為分類者，有葉毛、劍葉型、葉舌形狀、莖桿角度、穗型、次生支梗之有無、穗之伸長度、穗軸、穗之落粒性、芒之有無、內外穎之軟毛、護穎長度等 12 個；另外還有 2 個特性需要由外力來測定者，如桿之強度、穗之脫粒性。同一性狀頻度較小之外表型可供特定種原之區分，而具有不同外表型且頻度相近性狀則較適合於整個種原群體區分。

對於兩期作所調查的 7 個數量性狀：葉長、葉寬、葉舌長、莖徑、株高、分蘗數及穗長，結果兩期作做 t-test 比較時達 1%之顯著差異，表示不同期作所調查之數量性狀均有顯著差異，而在一期作環境下各性狀均

有較佳之表現。進行相關性檢定時，也發現性狀之間之相關係數包括葉寬與葉舌長、株高之間相關、株高與分蘗數間之相關顯著性在兩期作有不一致的現象，表示這些數量性狀與期作間具有交感效應存在，其餘性狀則相關係數之一致性很高。可知生長環境的改變，不僅改變個別數量性狀之表現，亦會影響性狀間之相關性。

本研究所利用在一、二期作之參試種原的農藝性狀進行分群分析，結果兩期作對於來源種類及地區的分群結果各不同；以秈糯、稉糯及陸糯稻特性觀察，並未發現明顯之大分群，而臺灣糯稻種原(GW23、GW45、GW46、GW48、GW49、GW54、GW56、GW57、GW58、GW59、GW136、GW137、GW138、GW139、GW140)在一期作有聚集之現象，在二期作此現象則較不明顯。本研究又分別對一期、二期兩期作之農藝性狀調查結果作主成分分群分析，發現所調查之 26 個質的性狀均未納入前五個主要成分之中，可見在進行眾多種原之歧異性分析時，數量性狀較質的性狀有較佳的區分效果。於一期作中第一、第二及第三主成分主要影響因子分別為株高、葉長及葉舌長度，且前三個主成分所累加的變異量已達91.14%，於二期作中第一、第二及第三主成分主要影響因子分別為株高、葉長及分蘗數，前三個主成分累加變異量則已達92.93%。兩期作前兩個主成分之主要影響因子是相同的，且累加的解釋之變異量分別可達到 87.5%及 90.7%，此二性狀非但較易調查，較適合實際應用，且具有良好種原區分效果。可能此二性狀變異較大而具有較佳種原解析效果，加上因秈糯、稉糯及陸糯稻本身由生態隔離及來源地區之經緯度差異，且因此兩性狀對溫度及光照反應敏感，故不同來源之種原極易反應在此二性狀之遺傳差異。可知雖然兩期作之氣候不同，但是主要分群之因子不變，表示株高與葉長是可以作為一期作及二期作糯稻種原主要分群之依據。雖然本研究調查之 23 個質的性狀對大量糯稻種原區分未具有較大鑑別效果，但因其方便調查且不受栽培環境影響，對特定種原區分仍有應用價值。主成分分析結果與採用 UPGMA 方法進行群聚分析結果不一致，主要在於 UPGMA 方法將調查之農藝性狀視為等同之區分效果，而主成分分析則以主要鑑別性狀為依據。以來源種類及地區的分群結果，於一期作所得之分群較於二期作所得之分群明顯，表示以一期作所調查之農藝性狀資料較適合於種原區分，此外也可以發現到各地區來源的糯稻種原有各自的群聚，同一地區種類來源之農藝性狀歧異度不高，而我國的稉糯稻與秈糯稻及對照非糯品種亦有此現象。而 A 群群聚現象較 B 群明顯，顯示稉糯間之農藝性狀歧異度小，秈糯間之農藝性狀歧異度較大，陸糯稻則可能包含稉糯及秈糯兩類型糯稻。Holcomb *et al.* (1977) 由種原庫中逢機選取 1,407 個稉稻及 488 個秈稻種原，並且調查 14 個數量性狀及 27 個質量性狀，發現秈稻較稉稻具有較大之遺傳歧異，此結果與本實驗以糯稻種原為材料所得的結果一致。可知利用其農藝性狀進行秈糯與稉糯分群是可行的。雖然於數量性狀易受生長環境的影響而改變，但本研究進行的同一地區不同季候分群分析的結果相近，且均可以株高及葉長為主要分群依據。若欲利用於遺傳相似性較高之種原分群或鑑別特定種原，單獨就利用農藝外表性狀的判定是不足的，因此有必要利用DNA分子標誌做更進一步的探討與分析。

根據學者對於水稻高產的農藝性狀觀察發現，葉長較短、株高較矮者，為具有高

產潛能的水稻(Yoshida *et al*. 1972, Chang and Li 1991)。所以可以利用此品種 2D 散佈圖之結果可提供選拔高產潛能糯稻品種之參考。

本研究利用農藝性狀可以對糯稻種原作分群分析，但是農藝性狀中數量性狀易受生長環境的變遷而改變，由一期、二期兩作所得的分析結果，無法對來源地區作有明確的分群，但對於以秈糯、稉糯及陸糯稻之分群可以大概區分，可提供種原利用之參考。

引用文獻

Chen S, C Chen, MJ Fan (1997) Core collection of germplasm. (in Chinese) **Scientific Agric**. 45:299-306.

Chen S, C Chen, MJ Fan, S Tsou (1998) Geographic distribution and genetic diversity for morphological characters in a world germplasm collection of mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek). (in Chinese) **J. Agric. Res. China** 47(2):108-124.

Taichung DAIS (2000) Annual Report of Rice Improvement. (in Chinese) p.299-310. Taichung DAIS, Changhua, Taiwan.

Bhargava PD, JN Johri, SK Sharma, BN Bhatt (1966) Morphological and genetic variability in green gram. **Indian J. Genet. Plant Breed.** 26:370-373.

Blair MW, O Panaud, SR McCouch (1999) Inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification for analysis of microsatellite motif frequency and fingerprinting in rice (*Oryza sativa* L.). **Theor. Appl. Genet.** 98: 780-792.

Chang TT, CC Li (1991) Genetics and breeding. p.23-101. *In: Rice.* vol. 1. *Production*, 2nd ed. B. S. Luh (ed.) AVI-Van Nostrand Reinhold, New York.

Chang, TZ (1976) The origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversifiction of Asian and African rices. **Euphytica** 25: 425-441.

COA (1996) Brochure of Rice Grain Quality. COA, Taiwan. 2pp.

COA, DAF, and FFTC (1987) Rice Variety in Taiwan. (in Chinese) COA, DAF, and FFTC, Taiwan. 306pp.

Davierwala AP, W Ramakrishna, PK Ranjekar, VS Gupta (2000) Sequence variations at a complex microsatellite locus in rice and its conservation in cereals. **Theor. Appl. Genet.** 101:1291-1298.

Gaines TP, GA Mitchell (1979) Chemical methods for soil and plant analysis. p.79-82. *In*: *Agronomy Handbook* No. 1. University of Georgia Coastal Plain Experiment Station, Georgia, USA.

Holcomb JD, M Tolbert, SK Jain (1977) A diversity analysis of genetic resources in rice. **Euphytica** 26:441-450.

IRRI (1996) Standard Evaluation System for Rice. 4th ed. Manila, Philippines.

Juliano BO (1971) A simplified assay for milled-rice amylose. **Cereal Sci.** 16:334-338.

Mackill D (1995) Classifying japonica rice cultivars with RAPD markers. **Crop Sci.** 35:889-894.

Mackill D, X Lei (1997) Genetic variation for traits related to temperate adaptation of rice cultivars. **Crop Sci.** 37:1340-1346.

Rohlf FJ (1989) NTSYS-PC Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 1.5. Exeter Publ., Setauket, NY, USA.

SAS Institute Inc. (1993) SAS Companion for the Microsoft Windows Environment. (Version 6.1). Cary, NC, USA.

Second G (1991) Molecular Markers in Rice Systematics and the Evaluation of Genetic Resources. p.469-494. *In:* Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol.14. Rice. YPS. Bajaj (ed.) Springer-Verlag, Berlin.

Virk PS, BV Ford-Lloyd, MT Jackson, HJ Newbury (1995) Use of RAPD for the study of diversity within plant germplasm collections. **Heredity** 74:170-179.

Yang GP, MAS Maroof, CG Xu, Q Zhang, RM Biyashev (1994) Comparative analysis of microsatellite DNA polymorphism in landraces and cultivars of rice. **Mol. Gen. Genet.** 245:187-194.

Yoshida S, JH Cock, FT Parao (1972) Physiological Aspects of High Yields. p.455-467. *In:* Rice Breeding. IRRI, Los Banos, Philippines.

Zhang Q, MAS Maroof, TY Lu, BZ Shen (1992) Genetic diversity and differentiation of indica and japonica rice detected by RFLP analysis. **Theor. Appl. Genet**. 83:495-499.

Zhu J, MD Gale, S Quarrie, MT Jackson, GJ Bryan (1998) AFLP markers for the study of rice biodiversity. **Theor. Appl. Genet.** 96: 602-611.

－編輯：謝兆樞